

Wo hört die Erde auf?

Gedanken zur Bedeutung extraterrestrischer Forschung

Glaßmeier, Karl-Heinz

Veröffentlicht in:
Jahrbuch 1997 der Braunschweigischen
Wissenschaftlichen Gesellschaft, S.63-65



Verlag Erich Goltze KG, Göttingen

KARL-HEINZ GLASSMEIER

Wo hört die Erde auf ?**Gedanken zur Bedeutung extraterrestrischer Forschung**

Braunschweig, 7. Februar 1997*

An der Erdoberfläche – so könnte man diese Frage schnell beantworten und würde damit wesentlich Bezug nehmen auf den *physikalischen Raum*, den unsere Erde einnimmt. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich aber, daß auch die Atmosphäre als Teil der Erde aufgefaßt werden muß, bestimmen Wettererscheinungen doch ganz entscheidend unseren *Lebensraum*. Mit der Frage nach dem „Wo?“ ist also nicht allein der physikalische Raum, sondern insbesondere auch der Lebensraum anzusprechen.

Die Entwicklung der Weltraumtechnologie in den letzten vierzig Jahren hat diesen Lebensraum gewaltig verändert und vergrößert. Die erste Landung eines Menschen auf dem Mond ist dabei nur ein spektakuläres Beispiel; bedeutsamer, und von vielen weniger bewußt wahrgenommen, sind aber z.B. die zahllosen Kommunikationssatelliten, die täglich die Wohnzimmer mit der abendlichen „soap“ füllen, das Telephonieren mit Menschen in allen noch so entfernten Winkeln der Erde ermöglichen oder neuerdings auch unsere Automobile (besser vielleicht GPSmobile) steuern.

Diese Erweiterung unseres Lebensraumes wirft die Frage auf, welcher Natur dieser von uns Menschen nutzbar gemachte extraterrestrische Raum ist. Raketen- und Satellitenmessungen in den vergangenen vierzig Jahren haben gezeigt, daß die irdische *Atmosphäre* graduell über die in einem Höhenbereich von etwa 90–400 km anzutreffende *Ionosphäre* in die *Magnetosphäre* übergeht. Als Magnetosphäre bezeichnet man in der Extraterrestrischen Physik die Wechselwirkungsregion des *Sonnenwindes* mit der Erde und ihrem Magnetfeld. Der Sonnenwind ist ein den interplanetaren Raum erfüllendes, hochverdünntes, magnetisiertes Plasma, das von der Sonne abströmt. Die Erdmagnetosphäre erstreckt sich tagseitig bis etwa zu einer Höhe von 100.000 km. Nachtseitig ist sie ähnlich einem Kometenschweif ausgezogen und kann noch in Abständen von einigen Millionen Kilometern nachgewiesen werden.

Die Erdmagnetosphäre ist eine sehr dynamische Wechselwirkungsregion, deren Lebhaftigkeit sich eindrucksvoll in dem Farben- und Formenspiel der Nordlichter widerspiegelt oder auch an den raschen zeitlichen Variationen des Erdmagnetfeldes abgelesen werden kann. Magnetosphärendynamik ist sowohl extern (durch die Sonne) als auch intern getriggert. Sie ähnelt darin der Dynamik der unteren Schicht unserer Atmosphäre,

* Zusammenfassung eines Vortrages, gehalten vor der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

der Troposphäre, die das tägliche Wetter bestimmt. In den vergangenen Jahren hat sich daher auch der Begriff des „space weather“ oder *Weltraumwetter* eingebürgert, um die Dynamik der Erdmagnetosphäre zu beschreiben. Auch spricht man schon seit mehr als hundert Jahren von *magnetischen Stürmen*, um besonders starke und rasche Änderungen der Stärke und Richtung des Erdmagnetfeldes zu klassifizieren.

Während starker magnetischer Stürme kommt es in hohen magnetischen Breiten, also z.B. in Kanada oder Nordskandinavien, immer wieder zu starken Beeinträchtigungen technischer Systeme. Durch induzierte elektrische Felder kommt es regelmäßig zu Überlasten in den Stromversorgungssystemen dieser Regionen, die Stromausfälle und ökonomische Folgen in dreistelliger Millionenhöhe mit sich bringen können. In jüngster Zeit mehren sich auch die Hinweise, daß Kommunikationssatelliten durch den Einfluß starker magnetosphärischer Aktivität unbrauchbar gemacht wurden. Auch in diesem Fall sind erhebliche ökonomische Folgen zu beklagen. Die Vorhersage des Weltraumwetters, „space weather forecasting“, wird somit so einer immer wichtigeren Aufgabe. Noch befindet sie sich aber in einem Stadium, das der wissenschaftlichen Wettervorhersage zu Beginn unseres Jahrhunderts vergleichbar ist. Doch zeigt sich einmal mehr, daß aus anfänglicher wissenschaftlicher Neugierde eine zunehmend als gesellschaftlich und ökonomisch wichtig empfundene Aufgabe geworden ist, da der Mensch seinen Lebensraum stetig erweitert.

Die wissenschaftliche Erforschung der Erdmagnetosphäre stößt aber an Grenzen, da magnetosphärische Prozesse kaum im Labor durchgeführt werden können. Der zu untersuchende Gegenstand, d.h. die Magnetosphäre, ist sich selber Labor. Darin unterscheiden sich die *Extraterrestrische Physik* und auch die Geophysik deutlich von der klassischen Laborphysik. Die magnetosphärischen Prozesse beeinflussenden Parameter lassen sich nicht kontrolliert variieren und unterliegen auch natürlichen Schwankungen nur in einem engen Wertebereich.

Der *Parameterraum*, in dem magnetosphärische Dynamik stattfindet, wird gespannt durch den Zustand des Sonnenwindes, die Stärke und Lage des Erdmagnetfeldes, Eigenschaften der Atmosphäre unter sich deutlich ändernden Bedingungen des Erdmagnetfeldes. Idealerweise möchte man das Feld z.B. abschalten. Oder man möchte die Magnetosphäre ohne den Einfluß der Atmosphäre und Ionosphäre studieren. Und was passiert, wenn die Erde aufhört, sich zu drehen? Für die Erdmagnetosphäre lassen sich diese Fragen (noch) nicht beantworten, da die entsprechenden Regionen des magnetosphärischen Parameterraumes nicht erreichbar sind.

Doch gibt es eine Alternative: Zahlreiche Satellitenmissionen zu anderen Planeten unseres Sonnensystems haben gezeigt, daß auch andere planetare Körper unseres Sonnensystems Magnetosphären ausbilden, da der Sonnenwind den gesamten interplanetaren Raum ausfüllt. Die Magnetosphäre des Merkur ist gekennzeichnet durch das schwache Magnetfeld dieses Planeten und die Abwesenheit einer Atmosphäre. Venus besitzt kein Magnetfeld, aber eine dichte Atmosphäre und bildet eine besondere Magnetosphäre aus. Jupiter, andererseits, erzeugt ein besonders starkes Magnetfeld, besitzt eine Atmosphäre und rotiert rascher als die Erde. Jeder Planet im Sonnensystem repräsentiert so

einen anderen Punkt im magnetosphärischen Parameterraum. Eine Reise durch das Sonnensystem ist somit auch eine Reise in dem uns interessierenden Parameterraum.

Extraterrestrische Physik zu betreiben, ist daher auch eine über grundsätzliche wissenschaftliche Fragestellungen hinausgehende Aufgabe mit konkreten Anwendungsgebieten wie der Weltraumwettervorhersage. Diese ist jedoch nur ein Beispiel, und weitere ließen sich ohne Schwierigkeiten anführen. Insbesondere eine vergleichenden Geowissenschaft unseres Sonnensystems wird ein immer wichtiger Teil extraterrestrischer Forschung. Die gestellte Frage ist daher im Hinblick auf den physikalischen Raum, den Lebensraum und damit auch den Parameterraum zu beantworten.